

УТВЕЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана


«» 2015 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ**
по направлению подготовки

16.04.01 Техническая физика
код и наименование направления подготовки

Факультет

Фундаментальные науки (ФН)

Полное наименование факультета (сокращенное наименование)

Кафедра(ы)

Физика (ФН-4)

Полное наименование кафедры (сокращенное наименование)

Москва, 2015 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям в магистратуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании любого уровня (диплом бакалавра или специалиста).

Лица, предъявившие диплом магистра, могут быть зачислены только на договорной основе.

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки:

16.04.01 Техническая физика

код и наименование направления подготовки

составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования подготовки бакалавров по направлению:

16.04.01 Техническая физика

код и наименование направления подготовки

и охватывает базовые дисциплины подготовки бакалавров по названному направлению.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень вопросов для вступительных испытаний и список литературы рекомендуемой для подготовки.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению:

16.04.01 Техническая физика

код и наименование направления подготовки

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания проводятся в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией МГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на 10 вопросов и задач билета, расположенных в порядке возрастания трудности и охватывающих содержание разделов и тем программы соответствующих вступительных испытаний.

На ответы по вопросам и задачам билета отводится **210 минут**.

Результаты испытаний оцениваются по **стобальной** шкале.

Результаты испытаний оглашаются не позднее чем через три рабочих дня.

4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Письменное испытание проводится по программе, базирующейся на основной образовательной программе бакалавриата по направлению

16.04.01 Техническая физика

код и наименование направления подготовки

ДИСЦИПЛИНА 1. Прикладная физика

1 Кинематика и динамика материальной точки и системы точек; начало Даламбера и уравнения Ньютона; функция Лагранжа; уравнение Лагранжа; задача двух тел; движение в неинерциальных системах отсчета; силы Кориолиса; уравнение движения твердого тела; гироскопические системы; теория колебаний; главные колебания; характеристические числа; Гамильтонов формализм и метод Гамильтона-Якоби; интегрируемые случаи движения электронов в электрических и магнитных полях; механика сплошных сред; уравнение баланса сил; уравнение Эйлера.

2 Теория цепей; схемотехника; микросхемотехника; процессы в сложных электрических цепях; усиление электрического сигнала; элементы логических схем и цифровых устройств; приборы функциональной электроники; физические основы твердотельной электроники; электронно-дырочный переход; контакт металл-полупроводник; полупроводниковые приборы, устройства, принцип действия, применение; вакуумные электронные приборы; источники электронов.

3 Роль эксперимента в физике; теория эксперимента; цель эксперимента; логика и план эксперимента; качественные и количественные эксперименты; модельные и аналоговые эксперименты; точность, ошибки и погрешности экспериментальных измерений; статистическая обработка результатов измерений; предельные ограничения эксперимента; шумы и флуктуации в измерительных цепях; принципы реализации и контроля качества материалов, изделий и их компонентов; классификация исследуемых объектов и явлений; функциональная связь характеристик исследуемых явлений и внутренних параметров объектов; классификация экспериментальных методов исследования; аппаратура для экспериментальных исследований; сведения об основных типах стандартных измерительных приборов и устройств; информационно-измерительные комплексы; принципы проектирования аппаратуры для экспериментальных исследований; сравнительная характеристика современных методов экспериментальных исследований и основы их применения.

4 Корпускулярно-волновой дуализм материи. Волны де Бройля. Принцип суперпозиции состояний. Вероятностный смысл волновой функции. Статистические ансамбли квантовой механики. Изображение механических величин операторами. Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл. Квантование собственных значений. Общий метод вычисления вероятностей результатов измерения. Возможность одновременного измерения разных механических величин. Гамильтониан. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Изменение средних значений физических величин со временем. Интегралы движения. Стационарные состояния. Нахождение волновых функций нестационарных состояний. Четность состояния. Линейный гармонический осциллятор. Осциллирующий волновой пакет. Прямоугольная потенциальная яма (стационарные состояния). Свободное движение частицы. Инфинитное движение в поле прямоугольной потенциальной ямы. Основы теории представлений. Матрицы операторов физических величин. Операторы рождения и уничтожения квантов колебаний. Чистые и смешанные состояния. Понятие матрицы плотности и статистического оператора. Движение в сферически симметричном поле. Представление о квантовых орбитах. Собственный механический и магнитный моменты электрона (спин). Оператор спина. Спиновые функции. Матрицы Паули. Приближенные методы решения задач квантовой механики: теория возмущений, вариационный метод, адиабатическое приближение, квазиклассическое приближение в теории столкновений. Матрица рассеяния. Основные положения теории Томаса – Ферми. Теория квантовых переходов. Вероятности переходов под влиянием возмущения, зависящего от времени. Переходы под влиянием возмущения, не зависящего от времени. Понятие о квантовой теории процессов релаксации. Многочастичные квантовые системы. Принцип тождественности микрочастиц. Симметричные и антисимметричные состояния. Частицы Бозе и частицы Ферми. Принцип Паули. Волновые функции для систем фермионов и систем бозонов. Основы

квантовой статистики. Вторичное квантование для систем фермионов. Представление чисел заполнения для систем невзаимодействующих фермионов при малых энергиях. Вторичное квантование для систем бозонов. Многоэлектронные атомы. Атом гелия. Приближенная количественная теория атома гелия. Обменная энергия.

5 Основные понятия и исходные положения термодинамики. Термодинамические системы, параметры и равновесие. Исходные положения термодинамики. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Равновесные и неравновесные процессы. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота. Термические и калорические уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Теплоемкости и теплоты изотермического изменения внешних параметров. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Принцип адиабатной недостижимости и второе начало для неравновесных процессов. Энтропия и термодинамическая температура. Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Цикл Карно и теоремы Карно. Пределы применимости второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Методы термодинамики: метод круговых процессов, метод термодинамических потенциалов. Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы. Принцип Ле Шателье – Брауна. Химический потенциал. Экстремальные свойства термодинамических функций. Термодинамические неравенства. Фазовые переходы и критические явления. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Уравнение Эренфеста. Термодинамика линейных необратимых процессов. Уравнения баланса и законы сохранения. Принцип Кюри. Диссипативные функции Онзагера.

6 Классическая теория равновесных состояний. Равновесный статистический ансамбль. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Связь канонического и микроканонического распределения. Парадокс Гиббса. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале. Флуктуации.

7 Основы квантовой статистики. Общие положения квантовой статистики равновесных состояний. Термодинамические функции. Формула Планка для средней энергии осциллятора. Теплоемкость двухатомных газов. Теория теплоемкости твердых тел. Равновесное излучение. Формула Планка.

8 Основные процессы в гетерогенных химико-технологических системах; химическая связь и строение твердых тел; структурные несовершенства и их влияние на свойства материалов; физико-химическая и радиационная технология; процессы разделения и очистки веществ, кристаллизация и стеклование; основные сведения о проводящих резистивных, диэлектрических и магнитных материалах; неупорядоченные системы.

9 Уравнения математической физики; метод Фурье; ортогональные системы функций; ряды Фурье; общие методы решения; теория специальных функций; цилиндрические функции; сферические функции; интегральные преобразования, преобразование Лапласа; преобразование Фурье, Фурье-Бесселя; интегральные уравнения; вариационное исчисление; нахождение характеристических чисел и собственных функций интегрального оператора; уравнение Вольтера и Фредгольма; моделирование физических процессов.

Перечень вопросов.

1. Кинематика и динамика материальной точки и системы точек. Уравнения Ньютона.
2. Функция Лагранжа; уравнение Лагранжа.
3. Задача двух тел.
4. Движение в неинерциальных системах отсчета; силы Кориолиса.
5. Уравнение движения твердого тела; гироскопические системы.
6. Основные положения теории колебаний.
7. Гамильтонов формализм и метод Гамильтона-Якоби.
8. Интегрируемые случаи движения электронов в электрических и магнитных полях.

9. Основные положения механики сплошных сред.
10. Уравнение баланса сил
11. Уравнение Эйлера.
12. Основные процессы в гетерогенных химико-технологических системах.
13. Химическая связь и строение твердых тел.
14. Структурные несовершенства и их влияние на свойства материалов.
15. Магнитные свойства веществ.
16. Физико-химическая и радиационная технология.
17. Процессы разделения и очистки веществ, кристаллизация и стеклование.
18. Основные положения теории цепей.
19. Усиление электрического сигнала
20. Основные элементы логических схем и цифровых устройств
21. Приборы функциональной электроники.
22. Зонная структура полупроводников, металлов и диэлектриков.
23. Основные свойства электронно-дырочного перехода.
24. Контакт металл-полупроводник.
25. Основные полупроводниковые приборы.
26. Вакуумные электронные приборы.
27. Источники электронов.
28. Метод Фурье в решении уравнений математической физики.
29. Ортогональные системы функций.
30. Ряды Фурье.
31. Специальные функции: цилиндрические функции, сферические функции.
32. Интегральные преобразования: преобразование Лапласа; преобразование Фурье, Фурье-Бесселя.
33. Интегральные уравнения. Уравнения Вольтера и Фредгольма.
34. Вариационное исчисление.
35. Нахождение характеристических чисел и собственных функций интегрального оператора;
36. Роль эксперимента в физике. Качественные и количественные эксперименты; модельные и аналоговые эксперименты
37. Теория эксперимента; цель эксперимента; логика и план эксперимента.
38. Точность, ошибки и погрешности экспериментальных измерений; статистическая обработка результатов измерений.
39. Предельные ограничения эксперимента; шумы и флуктуации в измерительных цепях.
40. Принципы реализации и контроля качества материалов, изделий и их компонентов
41. Выявление функциональной связи характеристик исследуемых явлений и внутренних параметров объектов
42. Классификация экспериментальных методов исследования
43. Аппаратура для экспериментальных исследований; сведения об основных типах стандартных измерительных приборов и устройств; информационно-измерительные комплексы.
44. Принципы проектирования аппаратуры для экспериментальных исследований.
45. Уравнение Шредингера. Физический смысл волновой функции. Стационарные и нестационарные состояния.
46. Операторы физических величин. Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл.
47. Соотношение неопределенностей для произвольных физических величин.
48. Собственный механический и магнитный моменты электрона (спин). Оператор спина. Спинорные функции. Матрицы Паули.
49. Приближенные методы решения задач квантовой механики: теория возмущений, вариационный метод, адиабатическое приближение, квазиклассическое приближение в теории столкновений.
50. Основные положения теории Томаса – Ферми.
51. Теория квантовых переходов. Вероятности переходов под влиянием возмущения, зависящего от времени.

52. Многочастичные квантовые системы. Принцип тождественности микрочастиц. Симметричные и антисимметричные состояния. Частицы Бозе и частицы Ферми. Принцип Паули. Волновые функции для систем фермионов и систем бозонов.
53. Первое начало термодинамики. Теплоемкости и теплоты изотермического изменения внешних параметров.
54. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Принцип адиабатной недостижимости и второе начало для неравновесных процессов.
55. Энтропия и термодинамическая температура.
56. Цикл Карно и теоремы Карно.
57. Третье начало термодинамики.
58. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Уравнение Эренфеста.
59. Термодинамика линейных необратимых процессов. Уравнения баланса и законы сохранения.
60. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Связь канонического и микроканонического распределения.
61. Парадокс Гиббса в термодинамике и статистической механике.
62. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вирiale.

Основная учебная литература.

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. – М.: Наука. 1973. – 208с.
2. Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Сборник задач по классической механике. – М.: Наука. 1977. – 319с.
3. Айзерман М.А. Классическая механика. – М.: 1980. – 368с.
4. Лойцинский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: 1987. – 840с.
5. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – СПб.: Лань, 2001.
6. Фестуль В.И. Новые материалы (состояние, проблемы и перспективы) – М.: МИСиС, 1995. – 141с.
7. Солнцев Ф.П. Материаловедение. – М.: МИСиС, 1999. – 600с.
8. Барыбин А.А., Сидоров В.Г. Физико-технологические основы электроники. – СПб.: Лань, 2001. – 268с.
9. Каяцкас А.А. Основы радиоэлектроники. – М.: Высшая школа, 1988. – 464с.
10. Булычев А.Л., Лямин П.М., Тулинов Е.С. Электронные приборы. – Минск.: Высшая школа, 1999. – 420с.
11. Быстров Ю.А., Мироненко И.Г., Хипса Г.С. Электронные цепи и устройства (учебник для вузов). – СПб.: Энергоатомиздат СПб отделение, 1999.
12. Смирнов В.И. Курс высшей математики Т.2, Т.3, Т.4 ч. 1,2. – М.: Наука, 1981.
13. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977.
14. Годунов С.К. Уравнения математической физики. – М.: 1971.
15. Лавренчик В.Н. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 272с.
16. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. – Л.: Наука, 1985. – 112с.
17. Кунце Х.-И. Методы физических измерений. Пер. с нем. /Под ред. Л.Сю. Швиндлермана. – М.: Мир, 1989. – 214с.
18. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика. – М.: Наука, 1983.
19. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.V. Статистическая физика. Ч. 1. – М.: Наука, 1976.
20. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Теоретическая физика. Т.IX. Статистическая физика. Ч. 2. – М.: Наука, 1978.
21. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1983.

22. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. – М.: Наука, 1977.
23. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М.: Наука, 1983.
24. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 1974.
25. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М.: Наука, 1981.
26. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т.1: Введение в атомную физику. – М.: Наука, 1984; Т.2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. – М.: Наука, 1984.
27. Галицкий В.М., Карнаков В.И., Коган В.И. Сборник задач по квантовой механике. – М.: УРСС, 2001.
28. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Т.1. Т.2. – М.: УРСС, 2002.
29. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Мир, 1978.

Дополнительная учебная литература.

ПРИМЕР билета письменных вступительных испытаний

БИЛЕТ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 16.04.01 Техническая физика

Вопрос №1. (8 баллов). Кинематика и динамика материальной точки и системы точек. Уравнения Ньютона.

Вопрос №2. (8 баллов). Функция Лагранжа; уравнение Лагранжа.

Вопрос №3. (8 баллов). Зонная структура полупроводников, металлов и диэлектриков.

Вопрос №4. (8 баллов). Основные свойства электронно-дырочного перехода.

Вопрос №5. (8 баллов). Однородный диск радиуса R раскрутили до угловой скорости ω_0 и осторожно положили на горизонтальную поверхность. Сколько времени диск будет вращаться на поверхности, если коэффициент трения равен k ?

Вопрос №6. (8 баллов). Разложить в ряд Фурье периодическую функцию с периодом 2, заданную в интервале $]-1, +1[$ уравнением $f(x) = x^2$.

Вопрос №7. (12 баллов). Операторы $\hat{A}$ и $\hat{B}$ - эрмитовы, $[\hat{A}, \hat{B}] = 0$. Докажите, что оператор $\hat{A}\hat{B}$ эрмитов.

Вопрос №8. (12 баллов). Рассмотрите, оператор пространственной инверсии $\hat{P}$: $\hat{P}\psi(x) = \psi(-x)$ ($-\infty < x < +\infty$). Является ли этот оператор линейным? Найдите (если возможно) операторы, которые по отношению к нему являются 1) эрмитово сопряженным; 2) обратным.

Вопрос №9. (12 баллов). Найти косинус- и синус-преобразования Фурье функции

$$f(x) = \begin{cases} \exp(-x) & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{при } x < 0 \end{cases}$$

Вопрос №10. (16 баллов). Пользуясь уравнением первого начала термодинамики, установите правило Гесса: тепловой эффект химической реакции, протекающей при постоянном объеме V , или при постоянном давлении p , не зависит от промежуточных реакций, а определяется только начальным и конечным состояниями реагирующих веществ.

Билет утвержден на заседании кафедры _____ 2015 г.

Заведующий кафедрой ФН 4 _____

Морозов А.Н.

Автор(ы) программы:

Морозов А.Н., д.ф.-м.н., профессор;

Еркович О.С., к.ф.-м.н., доцент;

Есаков А.А., ассистент

Декан факультета ФН

Заведующий кафедрой ФН-4

Начальник отдела магистратуры



В.О. Гладышев

А.Н. Морозов

Б.П. Назаренко

ЯГубов.РФ